

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-016870  
(43)Date of publication of application : 22.01.2004

(51)Int.Cl. B01J 19/00  
B81B 1/00  
G01N 37/00  
// C12M 1/00

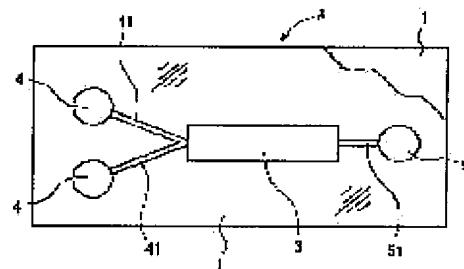
(21)Application number : 2002-172843 (71)Applicant : ATEC JAPAN:KK  
(22)Date of filing : 13.06.2002 (72)Inventor : TAKADONO SUMIO

## (54) MICRO-REACTOR AND CHEMICAL REACTION METHOD USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a micro-reactor in which dispersion-mixing of fluids each other can be effectively carried out and a reaction of the fluids each other can be carried out well, and a chemical reaction method using it.

**SOLUTION:** A fine uneven surface X for dispersing/mixing them by flowing a plurality of kinds of fluids fed from a fluid feed port 4 while meandering is formed in a reaction flow passage 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-16870

(P2004-16870A)

(43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)

(51) Int.CI.<sup>7</sup>  
 B01J 19/00  
 B81B 1/00  
 G01N 37/00  
 // C12M 1/00

F I  
 B01J 19/00 321  
 B81B 1/00 ZCC  
 G01N 37/00 101  
 C12M 1/00 A

テーマコード(参考)

4B029  
4G075

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号  
 (22) 出願日

特願2002-172843 (P2002-172843)  
 平成14年6月13日 (2002.6.13)

(71) 出願人 301003285  
 株式会社エーテックジャパン  
 兵庫県神戸市中央区御幸通8-1-6 神  
 戸国際会館15F  
 (74) 代理人 100092705  
 弁理士 渡邊 隆文  
 (72) 発明者 ▲高▼殿 純雄  
 兵庫県神戸市兵庫区西出町一丁目1番8号  
 Fターム(参考) 4B029 AA08 AA23 BB16 BB20 CC01  
 GA03 GB02 GB03  
 4G075 AA02 AA39 AA62 BA10 BB05  
 BB08 BD07 DA02 EE33 FA01  
 FA05

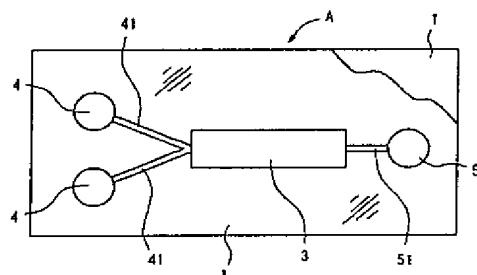
(54) 【発明の名称】マイクロリアクター及びそれを用いた化学反応方法

## (57) 【要約】

【課題】流体どうしの分散混合を効果的に行うことができ、ひいては流体どうしの反応を良好に行わせることができるマイクロリアクター及びそれを用いた化学反応方法を提供する。

【解決手段】反応流路3内に、流体供給ポート4から供給される複数種の流体を蛇行させながら流動させて分散混合させる微細な凹凸面Xを形成した。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板の内部に、流体供給ポートから注入した複数種の流体を反応させる反応流路を設けたマイクロリアクターにおいて、

前記反応流路内に、前記複数種の流体を蛇行させながら流動させて分散混合させる微細な凹凸面を形成したことを特徴とするマイクロリアクター。

## 【請求項 2】

前記凹凸面が、互いに対向させた状態で位置をずらして配置され且つ互いに接近する側が開口された複数の小室からなる第1の混合小室群と第2の混合小室群により構成されている請求項1記載のマイクロリアクター。 10

## 【請求項 3】

各混合小室群が反応流路に沿って複数列形成されている請求項2記載のマイクロリアクター。

## 【請求項 4】

各混合小室群がハニカム状のものである請求項3記載のマイクロリアクター。

## 【請求項 5】

請求項1～4の何れかに記載のマイクロリアクターの流体供給ポートから複数種の流体を注入し、その反応流路内において当該複数種の流体を分散混合させて反応させることを特徴とする化学反応方法。 20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、複数種の微量の流体を混合して反応させるマイクロリアクター及びそれを用いた化学反応方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来、微量の試料で化学反応を行うための微小反応容器であるマイクロリアクターが提供されている。このマイクロリアクターは、反応容量が通常μLオーダであるため、微量の原料で高速に反応させ得る、小型にて軽量な実験システムが実現できる、集積化及び並列化が容易である、不純物の混入が抑えられる、温度制御など反応条件を一定に保つことが容易である、安全性に優れている等の種々の利点がある。このため、化学合成反応、生化学反応等の化学反応や生体試料検出等に用いられている。 30

## 【0003】

前記マイクロリアクターは、例えば図9に示すように、第1のチップ101に第2のチップ102を積層して基板100を形成するとともに、前記チップ101、102の何れか一方又は双方に予め形成しておいた細長い凹溝によって、両者間に反応流路103を構成し、前記第1のチップ102に、前記反応流路103に連通する二つの流体供給ポート104及び一つの流体排出ポート105を形成している（例えば特開平10-337173号公報参照）。

このマイクロリアクターにおいては、前記二つの流体供給ポート104からそれぞれ注入された2種類の流体が、前記反応流路103で混合されて流体排出ポート105から排出される。ところが、前記反応流路103における流体の混合は、2種類の流体の衝突や流動時の相互拡散によって行われるために、両者が十分に混合されない。このため、2種類の流体の混合が速やかに行われず、反応収率に劣る、副反応が発生する等の問題があった。 40

## 【0004】

そこで、図10に示すように、前記反応流路103を蛇行させて流体の滞留時間を長くしたもののが提案されている（特開平2002-27984号公報参照）。しかし、このマイクロリアクターについても、反応流路103の全長を単に長くしたに過ぎず、2種類の流体の混合が衝突や流動時の相互拡散によって行われるために、両者の混合効率がなお不 50

分である。

また、何れのマイクロリアクターについても、反応流路 103 が微小であり、この微小流路内では流体の流れが通常層流となるので、レイノルズ数が非常に小さく、乱流の発生が抑えられる。このため、反応流路 103 の幅方向や深さ方向での流体どうしの混合はほとんど行われず、拡散による混合しか期待できない。しかし、流体どうしを拡散のみによって効果的に混合するにはきわめて長時間が必要である。したがって、前記従来のマイクロリアクターにおいては、化学反応の基本である流体どうしの分散混合がきわめて困難である。

この発明は前記問題点に鑑みてなされたものであり、流体どうしの分散混合を効果的に行うことができるマイクロリアクターを提供することを目的とする。

10

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するためのこの発明のマイクロリアクターは、基板の内部に、流体供給ポートから注入した複数種の流体を反応させる反応流路を設けたマイクロリアクターにおいて、前記反応流路内に、前記複数種の流体を蛇行させながら流動させて分散混合させる微細な凹凸面を形成したことを特徴としている（請求項 1）。

このような構成のマイクロリアクターによれば、前記反応流路内に形成した微細な凹凸面によって、複数種の流体を蛇行させながら流動させて分散混合させることができる。このため、流体どうしの混合を短時間で効果的に行うことができる。

#### 【0006】

20

前記凹凸面は、互いに対向させた状態で位置をずらして配置され且つ互いに接近する側が開口された複数の小室からなる第 1 の混合小室群と第 2 の混合小室群とにより構成されているのが好ましい（請求項 2）。この場合には、複数種の流体を第 1 の混合小室群の各小室と第 2 の混合小室群の各小室とに交互に導入してより効率よく分散混合させることができるのである。

#### 【0007】

30

前記各混合小室群は、反応流路に沿って複数列形成されているのが好ましい（請求項 3）。この場合には、複数種の流体を、流路の縦断面内で蛇行させつつ、横断面内で分割及び合流させながら流動させることができる。このため、流体どうしの混合をより短時間で効果的に行うことができる。また、この場合において、前記各混合小室群はハニカム状のものであってもよく（請求項 4）、これにより、各混合小室群の小室を高密度に配置することができるので、流体どうしの混合をより短時間で効果的に行うことができる。

#### 【0008】

40

またこの発明の化学反応方法は、請求項 1～4 の何れかに記載のマイクロリアクターの流体供給ポートから複数種の流体を注入し、その反応流路内において当該複数種の流体を混合させて分散反応させることを特徴としている（請求項 6）。

この化学反応方法によれば、前記マイクロリアクターの反応流路内に形成した微細な凹凸面によって、複数種の流体を蛇行させながら流動させて効果的に分散混合させることができるので、流体どうしの反応を短時間で効果的に行うことができる。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明のマイクロリアクターの実施の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

図 1 はこの発明のマイクロリアクターの一実施形態を示す一部欠截平面図であり、図 2 はその拡大断面図である。このマイクロリアクターは、第 1 のチップ 1 と第 2 のチップ 2 とからなる基板 A の内部に、複数種の流体を反応させる反応流路 3 を設け、この反応流路 3 に連通させて、二つの流体供給ポート 4 及び一つの流体排出ポート 5 を形成している。

#### 【0010】

50

第 1 のチップ 1 及び第 2 のチップ 2 は薄い平板状のものであり、互いに積層することにより基板 A を構成している。各チップ 1, 2 のサイズは例えば幅 5～25 mm、長さ 10～

75 mm、厚み1～5 mm程度に設定されている。各チップ1、2の素材としては、金属、ガラス、セラミックス、プラスチック等が用いられ、適用される流体の性質、光反応や光遮断下での反応等の反応条件に応じて適宜選択される。

#### 【0011】

反応流路3は前記第1のチップ1に形成された凹溝31と、これに対向させて第2のチップ2に形成された凹溝32とによって構成されており、その内部には一対の混合エレメント6、7が互いに対向させた状態で配置されている。

各混合エレメント6、7は平面形状が長方形を呈しており、その互いに対向する側には、複数の小室61a、71aからなる第1の混合小室群61及び第2の混合小室群71がそれぞれ形成されている。前記第1の混合小室群61を構成する小室61a及び第2の混合小室群71を構成する小室71aは、互いに接近する側が開口された正方形断面のものであり（図3及び図4参照）、それぞれ反応流路3に沿って所定ピッチ毎に1列形成されている。

10

#### 【0012】

前記第1の混合小室群61の小室61aと、第2の混合小室群71の小室71aとは、反応流路3に沿って1/2ピッチずつ互いに位置をずらした状態で配置されている。したがって、第1の混合小室群61の小室61aの周壁61bは、2の混合小室群71の小室71aの周壁71bの中間に位置している。

20

各小室61a、71aの周壁の外接円の直径は例えば0.1～1 mmの範囲に設定され、深さは例えば0.01～0.5 mmの範囲に設定される。したがって、前記一対の混合エレメント6、7の各小室61a、71aによって、前記反応流路3に微細な凹凸面Xが構成されている。これら各小室61a、71aは、例えばリソグラフィ法や光造形法等によって形成されている。

なお、前記第1の混合小室群61の周壁61bの下面と、2の混合小室群71の周壁71bの上面とは、ほぼ同一平面に配置されている。また、前記混合エレメント7の上流端には、各小室61a、71aに流体を導入するための切欠き71cが形成されており、下流端には、各小室61a、71aから流体を排出するための切欠き71dが形成されている。

#### 【0013】

30

各流体供給ポート4は、前記第1のチップ1に貫通形成されており、それぞれ連通路41を介して前記反応流路3に連通されている。各流体供給ポート4には、ディフューザ式やダイヤフラム式等のマイクロポンプ、マイクロバルブ、マイクロシリンジ等によって、種類の異なる流体が個別に供給される。この流体としては、液体、気体、粉体等が挙げられる。

また、流体排出ポート5は前記第1のチップ1に貫通形成されており、それぞれ連通路51を介して前記反応流路3に連通されている。

40

#### 【0014】

以上の構成であれば、各流体供給ポート4から供給された種類の異なる流体は、連通路41を通して反応流路3に供給され、この反応流路3において、図2の矢印で示すように、第1の混合小室群61の各小室61a内と、第2の混合小室群71の各小室71a内に交互に導入されながら下流側に導かれる。このため、微小な反応流路3であるにもかかわらず、流体の流れを乱流にすることができ、種類の異なる流体どうしを、拡散混合だけでなく分散混合させることもできる。したがって、流体どうしをきわめて短時間で効率よく混合させて反応させることができる。

40

#### 【0015】

図5及び図6は各混合エレメント6、7の他の実施の形態を示す底面図及び平面図である。この実施の形態においては、各混合小室群61、71がハニカム状に形成されている。すなわち、各混合小室群61、71を構成する各小室61a、71aが図の場合六角形断面に形成されおり、これら各小室61a、71aが反応流路3に沿って複列にて所定ピッチ毎に形成されているとともに、隣接する小室どうしは、その周壁の一部を共有している

50

。また、第1の混合小室群61の小室61aと、第2の混合小室群71の小室71aとは、左右対称に配置されるとともに、反応流路3に沿って1/4ピッチずつ互いに位置をずらした状態で配置されている。したがって、第1の混合小室群61の一つの小室61aは、第2の混合小室群71の3つの小室71aの一部と対向している（図7参照）。なお、前記第1の混合小室群61の周壁61bの下面と、2の混合小室群71の周壁71bの上面とは、ほぼ同一平面に配置されている。

#### 【0016】

この実施の形態においては、流体供給ポート4から供給された複数種の流体を、流路の縦断面内では蛇行させ、横断面内では分割及び合流させながら流動させることができる。このため、種類の異なる流体どうしをより効率的に分散混合させることができる。しかも、各小室61a, 71aがハニカム状にて高密度に配置されているので、流体どうしをより一層効率的に分散混合させることができる。  
10

#### 【0017】

前記小室61a, 71aの断面形状としては、前記正方形や六角形の他、三角形、五角形、八角形等の種々の多角形や円形等であってもよく、これら何れについても外接円の直径は0.1～1mmの範囲に、深さは0.01～0.5mmの範囲にそれぞれ設定するのが好ましい。前記外接円の直径が前記範囲を超えると、反応に必要な流体の容量が増大するとともに、流体の混合効果が低下する。また、外接円の直径が小さすぎると小室61a, 71aの製造が困難となる。

なお、前記各小室61a, 71aの底面に、微細な凹凸を設けて実施してもよい。また、前記各小室61a, 71aの開口縁に曲面からなる面取りを形成してもよく、この場合には、第1の混合小室群61の小室61aと第2の混合小室群71の小室71aとが交差する部分において流体が滞留するのを、前記面取りによって抑制することができる。  
20

#### 【0018】

前記小室61a, 71aの個数については、流体の種類の応じて適宜選択されるが、一般に混合エレメント6, 7毎に3～15個の範囲で選択される。また、流体供給ポート4の個数については、反応させる流体の種類に応じて選択される。

さらに、各混合小室群61, 71は、第1のチップ1及び第2のチップ2自体に直接形成してもよい。

前記マイクロリアクターは、基台8上に複数個形成してもよく（図8参照）、この場合には、多数の化学反応を同時に実施することができるので、効率よく化学反応を行うことができる。  
30

#### 【0019】

この発明のマイクロリアクターは原料流体どうしの分散混合を高度に達成することができるので、従来、プラスコスケールでは実施が困難であった各種の化学反応も実施できる。この発明の化学反応は液体-液体、液体-気体、液体-固体、液体-固体-気体など様々な系で実施することができる。

また、この発明のマイクロリアクターは、生化学反応その他の化学反応に用いられ、コンビナトリアル・ケミストリー、創薬分野等にも応用できる。この他、ハイブリダイゼーションの原理を利用したDNAの検出、抗体-抗原反応、各種酵素反応等にも用いられる。  
40

#### 【0020】

#### 【発明の効果】

以上のようにこの発明によれば、原料流体どうしの分散混合を効果的に行うことができ、ひいては流体どうしの反応を良好に行わせることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のマイクロリアクターの一実施の形態を示す一部欠截平面図である。

【図2】図1の要部拡大断面図である。

【図3】第1の混合エレメントを示す底面図である。

【図4】第2の混合エレメントを示す平面図である。

【図5】第1の混合エレメントの他の実施の形態を示す底面図である。  
50

【図 6】第 2 の混合エレメントの他の実施の形態を示す平面図である。

【図 7】反応流路を示す模式図である。

【図 8】他の実施の形態を示す平面図である。

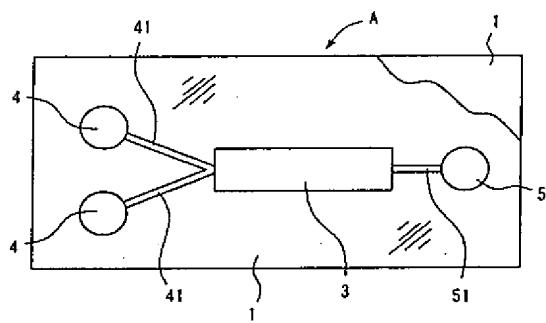
【図 9】従来例を示す一部欠截平面図である。

【図 10】他の従来例を示す一部欠截平面図である。

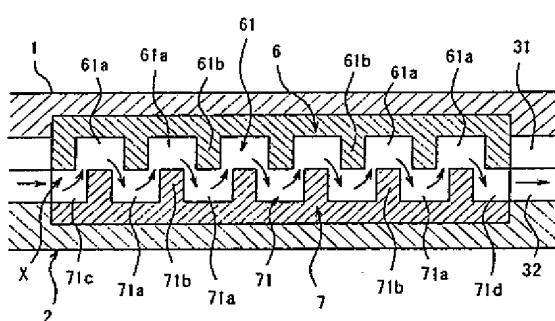
【符号の説明】

1	第 1 のチップ	10
2	第 2 のチップ	
3	反応流路	
4	流体供給ポート	
5	流体排出ポート	
6	第 1 の混合エレメント	
6 1	第 1 の混合小室群	
6 1 a	小室	
7	第 2 の混合エレメント	
7 1	第 2 の混合小室群	
7 1 a	小室	
A	基板	
X	凹凸面	

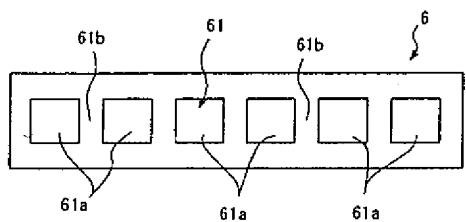
【図 1】



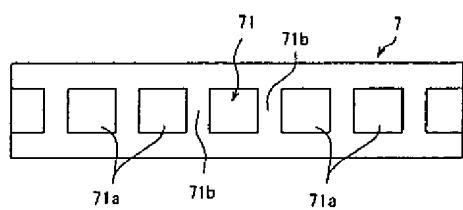
【図 2】



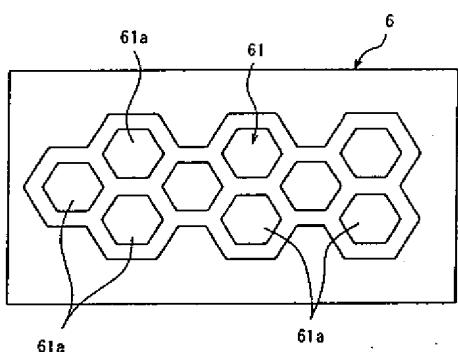
【図3】



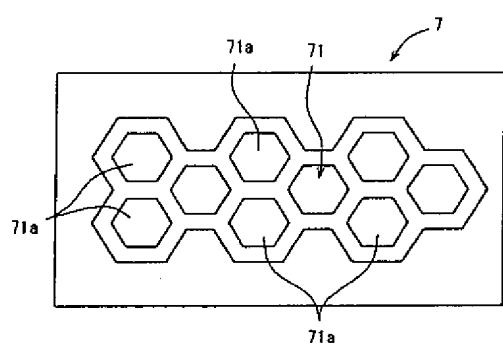
【図4】



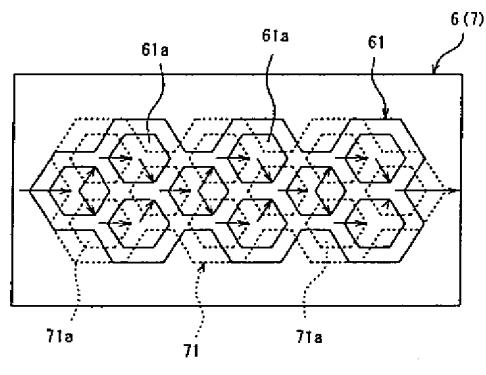
【図5】



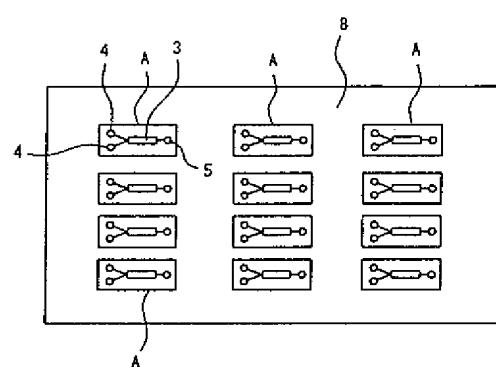
【図6】



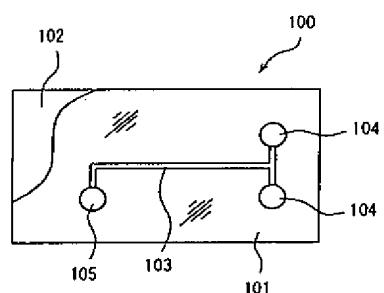
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

